



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2015

Nº de proyecto 244

***Prácticas de observaciones astronómicas remotas
con telescopios profesionales a través de internet***

Jesús Gallego Maestro

Facultad de Ciencias Físicas

Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera

Resumen del proyecto

Este proyecto se resume como un intento de implementar unas prácticas de laboratorio que permitan llevar a cabo observaciones astronómicas de calidad científica mediante el uso remoto a través de Internet de telescopios profesionales situados en un gran observatorio astronómico.

Descripción del proyecto

En la era de los telescopios gigantes de 8m y 10m de diámetro, es muy difícil lograr que los estudiantes de estudios superiores puedan acceder a este tipo de instalaciones científicas tan tremendamente solicitadas. Es por ello que los telescopios de 1m o 2m de diámetro, pertenecientes a una generación anterior, sirvan para atraer y entrenar a las futuras generaciones de astrónomos observacionales.

Los telescopios de 1-2m actuales llevan un largo período de años en funcionamiento, por lo que su operación está altamente simplificada, optimizada y automatizada. Con unas pocas horas de entrenamiento, cualquier estudiante puede manejar uno de estos telescopios.

Evidentemente, las observaciones astronómicas con grandes telescopios realizadas "in situ" tienen un enorme atractivo para los estudiantes. Suponen un contacto de primera mano con el telescopio y una estancia de varios días en el observatorio, con viaje incluido. En una observación in situ, un grupo de estudiantes permanece varios días en el observatorio. Como la sala de control de un telescopio sólo puede acoger a unas pocas personas, es necesario crear un turno de acceso y tener salas de estudio con servicios de conexión para todo el grupo de personas.

Por desgracia las observaciones in situ tienen un precio muy alto en gastos de desplazamiento, organización y tiempo, tanto para los estudiantes como para los profesores. Así, sólo desplazar y mantener un grupo de 10 alumnos en el Observatorio de Calar Alto (Almería) cuesta en torno a los 2,000 euros. Además, la capacidad de los observatorios para recibir grupos de alumnos es limitada.

En los últimos años, algunos telescopios han implementado un nuevo sistema de software de control que ofrece la oportunidad de operar el telescopio de manera remota. Este nuevo modo permite ser utilizado por un número mayor de alumnos simultáneamente y además permite hacer uso de pequeñas cantidades de tiempo de observación que no justifican un viaje al observatorio. Con este sistema, un grupo cualquiera de alumnos desde cualquier lugar del mundo puede actuar en tiempo real como si estuviese en la sala de control del telescopio (siempre que se disponga de las conexiones de red y los sistemas de proyección adecuados).

El Modus Operandi es igual que en una observación in-situ, y los alumnos pueden estar apoyados por un experto que sí está físicamente en el telescopio. De esta forma, los alumnos pueden llevar a cabo unas horas de observación real sin interrumpir su programa general de clases. De hecho, vivirán todas las vicisitudes de una noche de observación, pudiendo enfrentarse a la necesidad de que la noche asignada originalmente esté nublada y se sustituya por otra que esté despejada.

Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Este proyecto tiene como objetivo implementar unas prácticas de laboratorio que permitan llevar a cabo observaciones astronómicas de calidad científica mediante el uso remoto a través de Internet de telescopios profesionales.

Los objetivos a alcanzar que se plantearon en la solicitud fueron:

- 1) Llevar a cabo el proceso completo de preparar unas observaciones astronómicas con un gran telescopio.
- 2) Conocer los telescopios profesionales disponibles en los grandes observatorios astronómicos.
- 3) Familiarizarse con la operación de un telescopio profesional, así como la interacción y colaboración con el personal especializado del observatorio que actúa como soporte científico y técnico.
- 4) Experimentar las consecuencias de un buen desarrollo de un experimento científico.
- 5) Aprender las técnicas fundamentales de procesado y análisis de datos astronómicos.
- 6) Ganar experiencia en la Presentación de resultados (en inglés) de un trabajo científico.

Objetivos alcanzados

Los objetivos alcanzados fueron:

- 1) Llevar a cabo el proceso completo de preparar unas observaciones astronómicas con un gran telescopio: COMPLETADO.

Con los 300 euros concedidos, se pudo comprar una noche de observación remota con el telescopio de 1,23m del Observatorio de Calar Alto, situado en la sierra de Los Filabres, en la provincia de Almería y a 2.400 m de altura.

La observación tuvo lugar la noche del 3 de marzo de 2016. Se utilizó la nueva cámara DLR-MkIII de imagen directa con filtros BVRI y con un campo total de 21.5'x21.5'.

Para ello el equipo del proyecto elaboró toda una serie de propuestas de observación:

- Cometa Catalina
- Galaxias M81 y M82
- Imagen multi-banda de un cúmulo abierto galáctico
- Sistema de galaxias en interacción “las antenas”
- Asteroide que pasaba esa noche muy cercano a la Tierra

Cada uno de estos proyectos se utilizó para preparar una observación del objeto con todos los detalles técnicos necesarios.

2) Conocer los telescopios profesionales disponibles en los grandes observatorios astronómicos. COMPLETADO.

Previamente a la noche de observación, el equipo de proyecto estudió con detalle el sistema telescopio+cámara, con el fin de conocer bien sus prestaciones y su rendimiento. Se trabajó también con el documento "Remote observing with the 1.23m telescope", versión 24.06.09, producido por el Observatorio de Calar Alto.

3) Familiarizarse con la operación de un telescopio profesional, así como la interacción y colaboración con el personal especializado del observatorio que actúa como soporte científico y técnico. COMPLETADO.

Durante toda la noche de observación, el equipo pudo operar en remoto desde las salas de la Facultad de Físicas de la UCM el telescopio de 1.23m. En todo momento se colaboró con el Dr. Santos Pedraz, personal del observatorio y que proporcionó apoyo desde la misma montaña.

4) Experimentar las consecuencias de un buen desarrollo de un experimento científico.

COMPLETADO. La noche del 3 de marzo se comprobó el resultado de los trabajos de las semanas previas, con un excelente resultado científico.

5) Aprender las técnicas fundamentales de procesado y análisis de datos astronómicos. COMPLETADO.

La misma noche de observación y las jornadas posteriores se redujeron los datos y se analizaron.

6) Ganar experiencia en la Presentación de resultados (en inglés) de un trabajo científico. PARCIALMENTE COMPLETADO.

El equipo de proyecto trabajó con el inglés como idioma de operaciones. Los resultados se registraron en inglés.

Metodología empleada en el proyecto

Para realizar las prácticas se llevaron a cabo las siguientes actividades:

1) Preparación del proyecto científico a realizar. Se hizo uso de herramientas software on-line para acceder a catálogos de fuentes astronómicas, simuladores de telescopio, estimadores de tiempo de exposición y otras. Se accedió también a toda la información proporcionada por el observatorio sobre el telescopio, los instrumentos y detectores. Todo ello está en forma de manuales especializados en inglés accesibles a través de la web.

<http://www.caha.es/telescopes-overview-and-instruments-manuals.html>

<http://www.caha.es/utilities-and-forms.html>

Todo ello permitió simular el proceso de toma de datos con el telescopio, y con ello se pudo planificar con todo detalle la observación.

2) Realización de la observación a través de Internet.

Llegada la fecha acordada con el observatorio, se acudió a un aula de la Facultad para acceder a través de Internet al sistema de control del telescopio en tiempo real. Se hicieron todos los protocolos previos a la observación (encendido de la cúpula y telescopio, puesta en estación, comprobación de condiciones meteorológicas en el observatorio, apuntado...). Todo ello tuvo lugar en horario nocturno.

A continuación los investigadores operaron el telescopio y el instrumento para tomar los datos (imágenes directas de los diferentes objetos astronómicos). Las imágenes se almacenaron en el sistema del telescopio en forma de ficheros de formato FITS. Inmediatamente se descargaron los ficheros con los datos a los ordenadores de prácticas u ordenadores personales. Por último se hicieron todos los protocolos posteriores a la observación (cierre de cúpula, apagado de instrumentos, telescopio, etcétera). En este momento la observación ha terminado.

3) Procesado y análisis científico de los datos.

Debido a la complejidad de los instrumentos y detectores actuales, se necesita toda una serie de manipulaciones matemáticas para convertir los datos crudos en datos con significado científico. Una vez tomados los datos, las imágenes se redujeron y se convirtieron en imágenes científicas de pleno valor. Este proceso sirvió para testear el software de reducción de datos que se utilizará de manera rutinaria en las prácticas.

Recursos humanos

El grupo se compone de tres profesores titulares (J. Gallego, J. Zamorano y N. Cardiel) y una profesora contratada doctora (Á. Castillo). Todos ellos tienen una amplia experiencia docente y suman entre todos cientos de noches de observación operando telescopios repartidos en observatorios a lo largo de todo el mundo (Calar Alto, La Palma, Hawaii, Chile, Arizona, Puerto Rico...).

J. Zamorano es el profesor de la asignatura "Técnicas experimentales en Astrofísica" del máster UCM en Astrofísica, mientras que J. Gallego y Á. Castillo son los profesores de la asignatura "Instrumentación Astronómica" del máster.

El prof. Nicolás Cardiel es experto en reducción y análisis de datos y trabajó durante varios años como astrónomo soporte en el observatorio de Calar Alto, por lo que conoce ese observatorio realmente muy bien.

Ha participado S. Pascual, un investigador contratado experto en desarrollo de software y técnicas de reducción de datos.

El equipo cuenta además con un estudiante de doctorado (R. Cacho) y un estudiante del último curso del grado de Físicas (C. Tapia). Ambos son personas con una gran experiencia en la observación astronómica y en la instrumentación tanto a nivel de aficionado como a nivel profesional. Jugaron el papel de probadores.

Por último también ha participado el Dr. Santos Pedraz, jefe del área de astronomía del Observatorio de Calar Alto. Además el Dr. Pedraz es profesor de prácticas externas del departamento de Astrofísica y CC de la Atmósfera de la UCM desde hace varios años. Fue el coordinador del equipo con el observatorio.

La heterogeneidad de este grupo hizo posible que el desarrollo de las prácticas contase con diferentes puntos de vista de profesores, investigadores, alumnos y profesionales de la infraestructura.

Desarrollo de las actividades

A continuación exponemos un cronograma estimado de actuación para el desarrollo del proyecto:

1) Verano de 2015 hasta el 1 de septiembre de 2015.

Santos Pedraz, Jesus Gallego y Jaime Zamorano exploraron los diferentes telescopios que ofrecían la posibilidad de observaciones remotas. Pronto se confirmó la viabilidad de utilizar el telescopio de 1.23m de Calar Alto en alguna fecha entrado el otoño o invierno de 2015 a 2016, durante el primer semestre del curso 2015/2016.

2) Septiembre – Octubre de 2015.

Los profesores UCM (Gallego, Zamorano, Cardiel, Castillo) exploraron los modos de observación disponibles en el telescopio de 1.23m y plantearon una serie de proyectos científicos sencillos para llevar a cabo por los alumnos.

Se estudió la forma de implementar la actividad en el temario de la asignatura "Instrumentación astronómica". En esas fechas se comprobó que ya era demasiado tarde para incluirlo en la asignatura del curso 15/16 por lo que se decidió llevar a cabo la experiencia piloto y comprobar la viabilidad de todos los procesos necesarios. Al mismo tiempo se comenzaron a redactar los guiones de prácticas y los manuales necesarios.

3) Invierno de 2015.

Los expertos en observación y en reducción de datos (Cardiel, Pascual) con la ayuda de S. Pedraz (Calar Alto) determinaron la mejor forma de llevar a cabo la reducción de datos. Se decidió utilizar programas sencillos de libre acceso que los alumnos se pudieran instalar en sus propios ordenadores personales. Se desarrolló alguna utilidad que complementase el software de producción propia del equipo.

En colaboración con el Dr. Pedraz, el Prof. Gallego fijó la noche de observación en la fecha del 3 de marzo de 2016. Se abonaron los 300 euros de tarifa.

4) 3 de marzo de 2016.

Se llevaron a cabo las prácticas de observación en la sala central del Observatorio Astronómico de la UCM (ver Figuras 1 y 2).

El prof. Gallego hizo de coordinador, Raúl Cacho y Carlos Tapia dieron soporte. Sergio Pascual instaló un sistema de ordenadores y pantallas que se utilizó para la conexión al telescopio y para llevar a cabo todas las observaciones.

A medida que fue avanzando la noche los investigadores se fueron turnando en el manejo y operación remota del telescopio. Se fueron tomando observaciones de los diferentes objetos astronómicos, con unos resultados excelentes.

Algunos ejemplos de los resultados finales de las imágenes de objetos celestes, una vez procesadas, se pueden ver en los anexos de esta memoria.

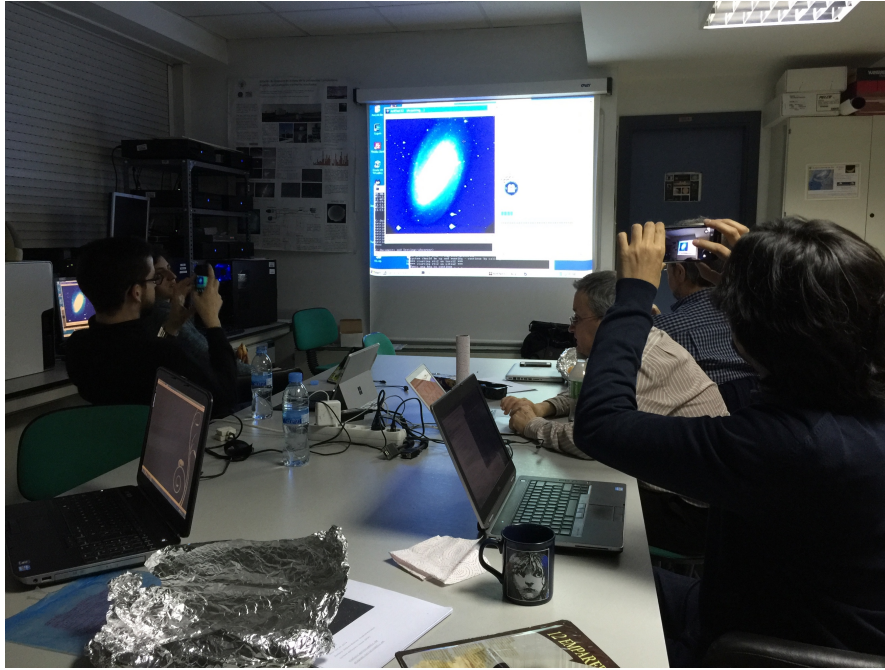


Figura 1: Sala de control remoto en la Facultad de CC Físicas. Se observa a varios miembros del proyecto viendo una imagen tomada con el telescopio remoto y proyectada en la pared con un cañón de vídeo.

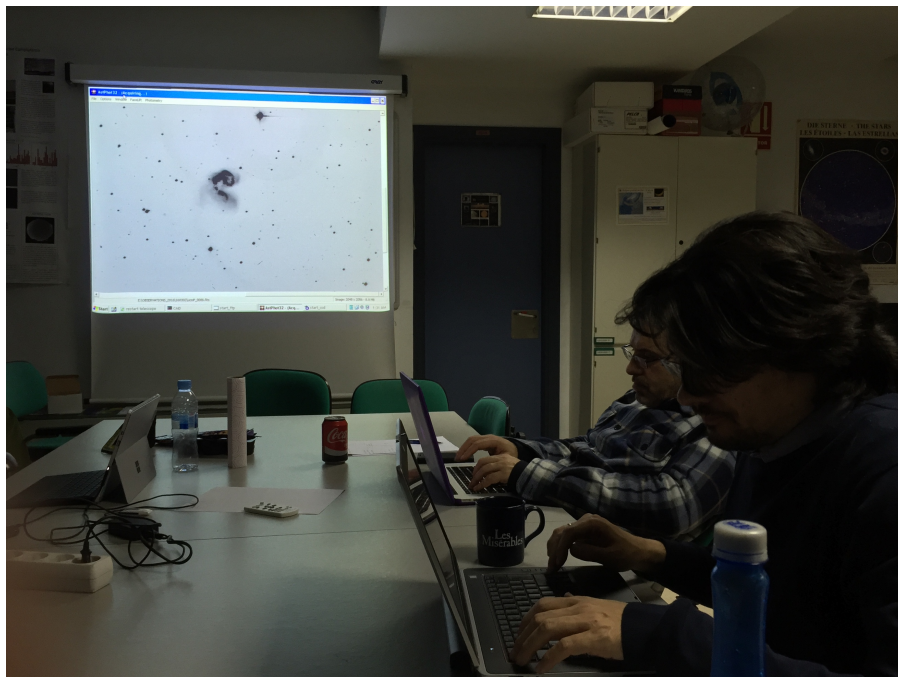


Figura 2: Sala de control remoto en la Facultad de CC Físicas. Se observa a varios miembros del proyecto trabajando en sus ordenadores mientras una imagen de las galaxias de “las antenas” tomada con el telescopio remoto se proyecta en la pared con un cañón de vídeo.

Anexos



Imagen en color de la nebulosa M1 del Cangrejo, tomada el 3 de marzo desde la UCM en modo remoto con el telescopio de 1.23m.



Imagen en color del cúmulo globular M13, tomada el 3 de marzo desde la UCM en modo remoto con el telescopio de 1.23m.



Imagen en color de la galaxia M101, tomada el 3 de marzo desde la UCM en modo remoto con el telescopio de 1.23m.



Imagen en color de la galaxia M51, tomada el 3 de marzo desde la UCM en modo remoto con el telescopio de 1.23m.